

3相電流注入方式 PFC 整流器における

DCリアクトルと入力電流ひずみ率の関係

◎ 芦田 樹 伊東 淳一 (長岡技術科学大学)

1. はじめに

近年, 入力電流の高調波規制のため, 様々な波形改善形整流器が提案されている。その簡単な方式のひとつとして, 高調波注入方式 PFC 整流器がある^[1]。著者らはこの高調波注入方式を用いた PFC 整流器のさらなる単純化を実現した回路を提案した^[2]。提案回路では入力電流波形の改善のために, 出力電流にリップルが少なくなければならない。そこで本論文では, この回路の直流部のリップルおよび, DCリアクトルと入力電流波形の関係を解析したので報告する。

2. DCリアクトルと入力電流波形の関係

図1に著者らが提案する3相電流注入方式 PFC 整流器の回路構成を示す。この回路では従来の6アームのPWM整流器に比べ簡単な回路構成であるが, DCリアクトル L_d に流れる電流 i_{Ld} のリップルにより, 入力電流波形が悪化する。直流電流に重畳されるリップルはダイオードブリッジの出力電圧 v_{PM} に起因し, 以下の式で表される。

$$v_{PM} = \frac{3\sqrt{3}}{\pi} V_m + \frac{6\sqrt{3}}{35\pi} V_m \cos 6\omega t - \frac{6\sqrt{3}}{143\pi} V_m \cos 12\omega t + \dots \quad (1)$$

V_m は入力電圧の振幅, ω は入力電圧角周波数である。(1)式より, i_{Ld} のリップル i_{rip} は6次高調波成分が支配的であり, (2)式で表すことができる。

$$i_{rip} = \frac{6\sqrt{3}}{35\pi} \frac{V_m}{6\omega L_d} \sin 6\omega t - \frac{6\sqrt{3}}{143\pi} \frac{V_m}{6\omega L_d} \sin 12\omega t \dots \quad (2)$$

図2に入力電流ひずみ率とDCリアクトル電流の6次高調波成分のリップル率の関係を示す。これはスイッチとフィルタを電流源に置き換えた理想状態で行ったシミュレーション結果より求めた。図2より, リップル率と入力電流ひずみ率が比例していることがわかる。

3. 解析結果と実験結果の比較

図3に実験結果と直流部のリップルのみを考慮した解析結果, 直流部のリップルとフィルタを考慮した解析結果を示す。直流部のリップルのみを考慮した解析結果は, DCリアクトルが大きくなると実験結果と一致しなくなる。これは, DCリアクトルが大きき部分では, 直流部のリップルよりも, 電流フィルタによる注入する高調波電流の位相ずれの入力電流ひずみ率に与える影響が, 支配的になるためである。そこで, 図3の破線に示すように, シミュレーションによりリップルとフィルタ遅れを考慮すると実験結果と一致する。

4. まとめ

本論文では入力電流ひずみ率とDCリアクトルの関係を

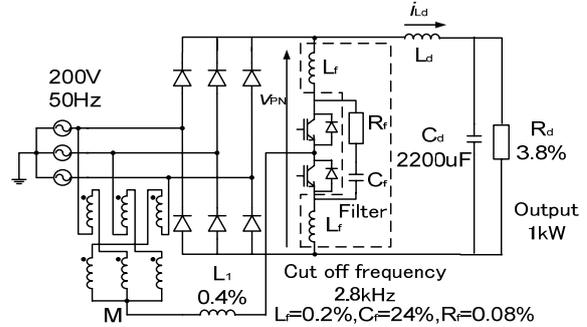


Fig.1. Main circuit of proposed circuit.

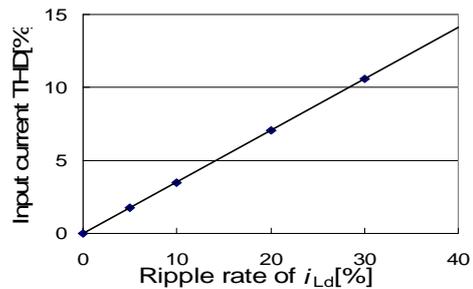


Fig.2 Distortion in the input current depending on the ripple rate of i_{Ld}

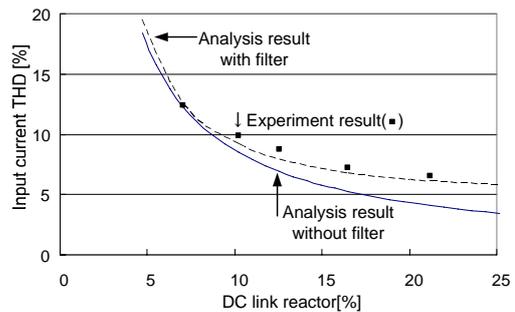


Fig.3 Relation between DC link reactor and Input current THD
解析し, 入力電流ひずみ率を 10%以下にするためには, DCリアクトルを10%以上に似する必要があることがわかった。今後はフィルタが入力電流ひずみ率に与える影響を解析する予定である。

参考文献

[1] Y. Nishida; "A New Simple Topology for Three-Phase Buck-Mode PFC Rectifier", Proc. IEEE APEC, Page(s):531 – 537 (1996)
[2] 芦田, 伊東: 「3次高調波注入方式の2石形による3相高力率整流回路の単純化」 電学 D 部門大会, R1-8,1-58 (2006)